

Evaluación de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con variaciones en los días de aplicada la dosis de prostaglandina en novillas Brahman puras y cruzadas

Evaluation of a Fixed-time Artificial Insemination Protocol with Variations in the Days of Administration of the Prostaglandin Dose in Purebred and Crossbred Brahman Heifers

JORGE ANDRÉS PRADA TORRES

Médico veterinario, Universidad de La Salle. Esp., MSc. Profesor de tiempo completo ocasional, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, Colombia
jorgepradavet@gmail.com

JEFFERSON ABDELO CASTRO CRUZ

Médico veterinario zootecnista, Esp., MSc. Profesor de tiempo completo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Juan de Castellanos, Tunja, Colombia
jcastro@jdc.edu.co

ARIOSTO ARDILA SILVA

Licenciado en Ciencias de la Educación, Zootecnista MSc, PhD. Profesor asociado, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia
aardilas@unisalle.edu.co

LILIANA CHACÓN JARAMILO

Médica veterinaria, MSc, PhD. Profesora asociado, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia
lchacon@unisalle.edu.co

RESUMEN

Los eventos reproductivos se encuentran influenciados por factores como la edad, el peso, la raza y el medio ambiente. El objetivo de la presente investigación fue determinar diferencias en la respuesta de la aplicación de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en novillas puras y cruzadas, con variaciones en los días de aplicación de la dosis de prostaglandina (PGF 2α), sobre los porcentajes de preñez. El estudio se desarrolló en una finca del municipio de Barranca de Upía, Meta, Colombia. Se estableció un protocolo hormonal para realizar la IATF y las novillas se dividieron en dos grupos: el grupo 1 (n = 28), que recibió la dosis de prostaglandina en el día seis del tratamiento, y el grupo 2 (n = 24), que recibió la dosis en el día ocho.

RECIBIDO: 28/08/2013 APROBADO: 13/09/2013

— Cómo citar este artículo: Prada Torres, J. A., Castro Cruz, J.A., Ardila Silva, A. y Chacón Jaramillo, L. (2013). Evaluación de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con variaciones en los días de aplicada la dosis de prostaglandina en novillas Brahman puras y cruzadas. *Revista Ciencia Animal*, (6), 161-175.

Se obtuvo un porcentaje de preñez general del 36,53% y, por grupos, del 32,14% y 41,67% en los grupos 1 y 2, respectivamente. En relación con las variables edad y peso por grupo y el porcentaje de preñez obtenido, se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$). En conclusión, bajo las condiciones de este estudio, en novillas Brahman puras y cruzadas, la administración de prostaglandina el día seis del protocolo IATF presentó una menor tasa de preñez, en comparación con la aplicación de la dosis de prostaglandina el día ocho del protocolo de sincronización, lo cual sugiere que aplicar la dosis del agente luteolítico el día seis del tratamiento no representa un aumento en la tasa de preñez.

Palabras clave: Brahman, inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), progesterona, prostaglandina.

ABSTRACT

Reproductive events are influenced by factors such as age, weight, race and the environment. The purpose of this investigation was to determine differences in the response to the implementation of a fixed-time artificial insemination (FTAI) protocol in purebred and crossbred heifers with variations in the days of administration of the prostaglandin dose (PGF2 α), over pregnancy rates. The study was conducted at a farm in the municipality of Barranca de Upía, Meta, Colombia. A hormonal protocol was established to conduct the FTAI and the heifers were divided into two groups: group 1 (n = 28), which received the prostaglandin dose on the sixth day of treatment, and group 2 (n = 24), which received the dose on day eight. A general pregnancy rate of 36.53% was obtained and, by groups, of 32.14% and 41.67% in groups 1 and 2, respectively. Regarding the age and weight variables per group and the pregnancy rate obtained, statistically significant differences ($p \leq 0.05$) were found. In conclusion, and under the conditions of this study, the administration of prostaglandin in purebred and crossbred Brahman heifers on the sixth day of the FTAI protocol showed a lower pregnancy rate compared to the administration of the prostaglandin dose on the eighth day of the synchronization protocol, which suggests that applying the luteolytic agent dose on day six of the treatment does not represent an increase in the pregnancy rate.

Keywords: Brahman, Fixed-Time Artificial Insemination (FTAI), Progesterone, Prostaglandin.

Introducción

Dadas las condiciones existentes y la facilidad de adaptación al trópico, un alto porcentaje (80%) del inventario bovino en Brasil (Sartori *et al.*, 2012) y un 72% en Colombia (Fedegán, 2006) cuentan en sus rebaños con ganado cebú

o sus cruces. Entre las características fisiológicas del *Bos indicus* está el presentar estro corto y de baja intensidad, lo que dificulta realizar programas convencionales de inseminación artificial (IA) a celo detectado (Sartori *et al.*, 2010). El momento indicado para realizar la inseminación está dado por el tiempo en el cual en el ovario se realiza la ovulación.

Determinar el momento preciso para la inseminación depende, principalmente, de la presentación de signos de celo en calores no programados o de la manipulación farmacológica de la ovulación (Bó y Mapletoft, 2000; Roelofs *et al.*, 2005).

El conocimiento de la dinámica folicular (Pierson y Ginther, 1998) permitió desarrollar programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), donde no es necesario la detección de celo. Los resultados en tasas de preñez en ganado Cebú presentan diferencias que oscilan desde el 21 % hasta un 55 % (Villa *et al.*, 2007; Baruselli *et al.*, 2004; Silvia *et al.*, 2004), dependiendo de factores como la edad (Balla *et al.*, 2005; González *et al.*, 2007), el estado productivo (Meneghetty y Vascoceles, 2008) y la condición corporal (Sá Filho *et al.*, 2010a; Moreira *et al.*, 2000). Debido a estos factores, se debe investigar en un programa de manejo reproductivo en novillas los protocolos óptimos bajo las condiciones propias de temperatura, humedad y nutrición específicas del piedemonte llanero (PNUD, 2012).

Lo anterior permitirá en la región aprovechar las primeras manifestaciones de ciclicidad ovárica y tener un mejor control del tiempo de presentación de los eventos reproductivos, ya sea adecuando o programando partos para las temporadas de mayor oferta forrajera, o según las necesidades de cada productor, además

de contribuir al mejoramiento genético, la eficiencia productiva y reproductiva (González *et al.*, 2000).

Para desarrollar los protocolos hormonales en los programas de IATF existen fármacos que incluyen la aplicación de dispositivos de liberación de progesterona de cinco a diez días, los cuales permiten ya sea acortar o alargar la fase lútea, o tratamientos de interacción con prostaglandinas, estrógenos, gonadotropinas, con el fin de sincronizar la ovulación de los animales o restablecer la actividad ovárica (Henricks *et al.*, 1974; Bó *et al.*, 2003).

La combinación de progestágeno con un estrógeno es más utilizada en programas de IATF en ganado destinado a la producción de carne en América Latina (Bó *et al.*, 2003). Al inicio de este protocolo, el principal mecanismo de acción de la progesterona es evitar la presentación de estro y ovulación, esta se emplea junto con los estrógenos para provocar la regresión del folículo dominante independientemente de la fase del ciclo estral y la formación de una nueva onda folicular aproximadamente en tres a cuatro días posteriores, además de permitir una diferenciación normal de las células de la granulosa, una expresión normal del celo, mejorando las tasas de preñez (Mcdowell *et al.*, 1998; Bó *et al.*, 2000; Williams *et al.*, 2002; Bó, 2005; Molina, 2008).

La utilización de prostaglandina F2a en el protocolo de IATF para inducir la luteólisis permite reducir las concentraciones séricas de progesterona (< 1 ng/mL), que, a su vez, es necesaria para que se incremente de manera rápida y frecuente la secreción de LH que logra la ovulación (Randel *et al.*, 1988), por medio de su estímulo sobre las células internas y alrededor del folículo dominante, las cuales por diferentes medios permiten que el oocito reanude la maduración citoplasmática y nuclear, y sea liberado del folículo (Ball y Peters, 2004).

Las neuronas presentes a nivel hipotalámico producen y sintetizan la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la cual se difunde por el sistema portahipofisario y estimula la secreción tónica o cíclica de LH y FSH. En los protocolos hormonales, se administra al inicio del tratamiento (Kohram *et al.*, 1998), en el momento de insertado el dispositivo liberador de progesterona, para controlar la dinámica folicular, o posterior al retiro del mismo, con el fin de asegurar la ovulación del folículo dominante (Sá Filho *et al.*, 2011; Callejas, 2004).

La fertilidad de la hembra sometida a un protocolo de IATF se puede ver alterada por el efecto negativo que ocurre debido al mantenimiento en las concentraciones de progesterona exógena, ocasionadas por los dispositivos intravaginales, los cuales inducen una retroalimentación

negativa sobre la hipófisis, afectando las secreciones de LH, lo cual compromete el crecimiento del folículo dominante (Dadawar *et al.*, 2013), la maduración del oocito, la ovulación y los cambios necesarios en el ambiente oviductal para que se realicen adecuadamente los procesos de capacitación espermática y fertilización (Stoke *et al.*, 1993; Savio *et al.*, 1993; Bergfeld *et al.*, 1995; Burke *et al.*, 1996). El factor parecido a la insulina tipo I, IGF-I en el folículo preovulatorio, por medio de las células de la teca interna y la granulosa, regula la producción de estrógenos (Ball, 2004). Esta producción induce la iniciación del pico preovulatorio de LH, que ocasiona una reacción inflamatoria, generando la ruptura de la pared folicular y la ovulación (Espey, 1980), e inicia la luteinización de las células de la granulosa y la teca que posteriormente formarán el cuerpo lúteo (Ball, 2004). Las alteraciones en las funciones celulares en las diferentes partes del sistema reproductivo, hipotálamo e hipófisis llevarán a reducir la tasa de concepción y, por consiguiente, se logrará el éxito de un protocolo de IATF (Mussard *et al.*, 2003; Bridges *et al.*, 2004; Carvalho, 2004; Ferreira *et al.*, 2006; Carvalho *et al.*, 2008; Molina, 2008; Figueira *et al.*, 2010).

El metabolismo de la progesterona entre animales *Bos indicus* y *Bos taurus* es diferente, debido, posiblemente, a la menor tasa en el metabolismo hepático que

presentan las hembras *Bos indicus*, las cuales mantienen mayores concentraciones séricas de progesterona durante los protocolos IATF, situación que podría comprometer los procesos de la ovulación (Roberson *et al.*, 1989; Carvalho, 2004; Meneghetti *et al.*, 2009).

Es probable que las novillas cebú necesiten empezar a reducir las concentraciones de progesterona exógena y la del cuerpo lúteo presente, con anterioridad al retiro del implante. Han sugerido dos estrategias para disminuir estas concentraciones en las hembras cebú. Una de estas ha sido utilizar dispositivos que contengan menores cantidades de progesterona, los cuales buscan disminuir en menor tiempo las concentraciones séricas, lo que puede representar un incremento en las tasas de ovulación y preñez en las novillas (Figueira *et al.*, 2010).

La otra estrategia es el uso de la prostaglandina F_{2a} (PF_{2a}) para reducir la concentración sérica de progesterona por su actividad luteolítica, de cinco a ocho días posteriores a la presencia de celo (Bó y Mapletoft *et al.*, 2000; Molina, 2008). Se ha propuesto evaluar el momento y la dosis de su aplicación en los protocolos de IATF; la inducción de la luteólisis temprana, 48 horas antes del retiro del implante, disminuye rápidamente las concentraciones de progesterona luteal, lo que mejora significativamente el diámetro folicular, la tasas de ovulación y la

preñez en novillas *Bos indicus* (Peres *et al.*, 2009). El propósito de la investigación fue determinar si existían diferencias en la tasa de gestación de las novillas a partir de la aplicación de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo, con variación en el día de aplicada la dosis de prostaglandina.

Materiales y métodos

El presente estudio fue realizado en la hacienda San Miguel, ubicada en el municipio de Barranca de Upía, departamento del Meta, 4.566667 04° 34' 06" N -72.949997 72° 57' 55" O; con una altura promedio de 256 metros sobre el nivel del mar, una temperatura de 27°C, humedad relativa del 75% y precipitaciones anuales de 3900 mm (Alcaldía Barranca de Upía, 2013). Se seleccionaron 52 novillas compuestas por 14 Brahman x Limousine, 15 Brahman x Braunvieh, 5 Brahman x Angus y 18 Brahman puras, con pesos promedios de 300 a 370 kg, y edades entre los 21 a los 24 meses.

Las novillas seleccionadas contaron con los protocolos de sanidad establecidos en el predio, como inmunización contra brucelosis, carbón sintomático, edema maligno, septicemia hemorrágica y fiebre aftosa; también contaron con protocolos de control de parásitos externos e internos, manejo nutricional con pastoreo en praderas compuestas por forrajes de tipo

Brachiaria decumbens y *Brachiaria humidicola*, junto con suministro de agua y sal mineralizada *Ad libitum*.

Las 52 novillas se dividieron en dos grupos al azar, denominados grupo 1 y grupo 2, que dependían del día de aplicación de la dosis de prostaglandina, día seis o día ocho del tratamiento, respectivamente. Cada novilla, el día cero (0), recibió un dispositivo intravaginal de liberación lenta con 1 g de progesterona natural (DIB®, Syntex, Buenos Aires, Argentina) al mismo tiempo que se le aplicó una inyección intramuscular (IM) de 0,01 mg de hormona liberadora de gonadotropina GnRH sintética (Gestar®, Over, Santa Fe, Argentina).

Las novillas del grupo 1 (n = 28) recibieron una inyección (IM) de 0,150 mg de PGF2α (Prostal®, Over, Santa Fe, Argentina) el día seis y las novillas del grupo 2 (n = 24) recibieron una dosis igual, pero en el día ocho del protocolo. Posteriormente, el día ocho fue retirado el dispositivo liberador de progesterona

en los dos grupos, se les aplicó una inyección (IM) de 0,5 mg del estrógeno sintético cipionato de estradiol (Sincro CP®, Ourofino, Saúde Animal, Brazil), además de 200 UI de gonadotropina coriónica equina eCG (Novormon® Syntex, Buenos Aires, Argentina), y las novillas se inseminaron entre las 48 a 52 horas posteriores al retiro del implante.

Se realizó un análisis descriptivo de los datos utilizando tablas de análisis de varianza (Anova) y pruebas múltiples bajo el modelo de Tukey. La tabulación y la base de datos fueron procesadas mediante el programa estadístico Statgraphics Pluss, versión 16.0.

Resultados

La tasa de preñez general obtenida fue del 36,53 %, y, por grupos, fue del 32,14 % para el grupo 1 y del 41,67 % para el grupo 2; se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) (tabla I).

Tabla I. **Porcentaje de preñez obtenido en el protocolo IATF con variación en el día de aplicada la dosis de PGF2α (Prostal®, Over, Santa Fe, Argentina)**

Día aplicación dosis de PGF2α	Número de novillas por grupo	Porcentaje de novillas preñadas	Porcentaje de novillas vacías
6	28	32,14 (9/28) ^a	67,86 (19/28) ^a
8	24	41,67 (10/24) ^b	58,33 (14/24) ^b
Total	52	36,53	63,46

Nota: ^{a,b} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Fuente: elaboración propia.

Las variables edad y peso por grupo, en relación con el porcentaje de preñez obtenido, presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) (tabla 2). Así mismo, se analizaron las variables edad y peso del total de las novillas con respecto al porcentaje de preñez obtenido (tabla 2).

Los promedios de edad y peso del total de las novillas del experimento no presentaron diferencias significativas, lo que significaba que se encontraban en igualdad de condiciones para realizar el estudio; sin embargo, se observaron diferencias en la tasa de preñez. Posterior-

mente, se relacionaron las edades y pesos entre razas según el día que se aplicó la dosis de prostaglandina (tabla 3).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso y edad, en especial en las novillas Brahman puras y Brahman x Angus, con respecto a las demás novillas de los grupos.

Discusión

Los porcentajes de preñez, en los programas de inseminación artificial a tiempo fijo, pueden oscilar entre un 25% a un 65% en ganaderías de carne, y de un

Tabla 2. Promedio de edad, peso y porcentaje de novillas preñadas en el protocolo IATF con variación en el día de aplicada la dosis de PGF2 α (Prostal®, Over, Santa Fe, Argentina)

Día de aplicación de la dosis de PGF2 α	Edad promedio de las novillas (meses)	Peso promedio de las novillas(kg)	Porcentaje de novillas preñadas
6	21,8(\pm 2,03) ^a	348,32(\pm 29,45) ^a	32,14 (9/28) ^a
8	22,6(\pm 2,33) ^a	344,13(\pm 43,75) ^a	41,67 (10/24) ^b

Nota: ^{ab} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Descripción de la raza, peso y edad de las novillas en el día seis y ocho de aplicación de la dosis de PGF2 α (Prostal®, Over, Santa Fe, Argentina)

Raza	#	Día 6 (DE)		N	Día 8 (DE)	
		Peso (kg)	Edad (meses)		Peso (kg)	Edad (meses)
Brahman	9	317,22 (\pm 21,16) ^a	21,00(\pm 1,32) ^a	9	302,11(\pm 27,75) ^a	21,00(\pm 1,32) ^a
Brahman x Angus	3	334,33(\pm 9,81) ^{ab}	20,50(\pm 1,52) ^a	2	320,00(\pm 14,14) ^{ab}	20,50(\pm 0,70) ^a
Brahman x Brahunvieh	8	367,55(\pm 13,62) ^{bc}	23,85 (\pm 1,35) ^b	6	379,28(\pm 24,56) ^c	23,85 (\pm 2,73) ^b
Brahman x Limousine	8	369,37(\pm 19,16) ^c	24,33 (\pm 2,66) ^b	7	374,16 (\pm 24,16) ^{bc}	24,33(\pm 1,03) ^b

Nota: ^{abc} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Fuente: elaboración propia.

40% a un 45% en ganaderías de leche, además de un 15% a un 35% en novillas *Bos indicus* (González, 2000; Bó *et al.*, 2003; Barros *et al.*, 2004; Baruselli *et al.*, 2004; Marques *et al.*, 2005; Cutaia *et al.*, 2006; Meneghetti *et al.*, 2008).

Los resultados obtenidos en la presente investigación son similares a los reportados por Bó *et al.* (2002) y Cutaia *et al.* (2006). Se observa que la mayor tasa de preñez (41,67%) se obtuvo en las novillas a las que se les aplicó la dosis de prostaglandina en el día ocho o de retiro del dispositivo, y no en el día seis del tratamiento (31,14%), lo cual sugiere que no fue efectivo generar un proceso de luteólisis temprana por medio de la aplicación de la dosis de prostaglandina anticipada en el día seis del protocolo hormonal, pero es necesario realizar nuevas investigaciones en donde sea posible identificar el número de animales que posean un cuerpo lúteo previo a la inserción del dispositivo.

Reportes similares fueron dados por Cutaia *et al.* (2006), donde en novillas cruzadas de 20 a 26 meses, la inducción temprana de la luteólisis generada por la aplicación anticipada de la prostaglandina podía incrementar el tamaño del folículo preovulatorio, pero no encontraron diferencias entre los porcentajes de preñez obtenidos. En este mismo orden de ideas, Cesaroni *et al.*, (2000) confirman que los porcentajes de pre-

ñez obtenidos son similares en novillas tratadas con prostaglandina para lisar el cuerpo lúteo, aplicándola el día anterior al retiro del dispositivo, con respecto a las novillas que reciben la dosis en el día ocho del tratamiento, o aplicando media dosis en el momento del inicio del tratamiento y cuando se retira el dispositivo (Callejas, 2009).

Existen factores que son necesarios identificar antes de iniciar cualquier programa de mejoramiento genético por medio de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) como son la raza, la edad, el peso, la nutrición y el medio ambiente de los animales; además, es importante reconocer el tiempo real de aparición de la pubertad en la hembra bovina, ya que aprovechar al máximo la capacidad reproductiva se convierte en el objetivo principal para desarrollar en la finca (Pascal, 1991; Badillo, 1996; González, 2001; Cutaia *et al.*, 2006).

El factor racial pudo influir, de forma directa, en los resultados, ya que las novillas de raza Branvieh alcanzan la pubertad de forma más rápida que las novillas tipo carne como la raza Angus, Brangus Limousin, y estas, a su vez, adquieren de forma más rápida la pubertad que las novillas de raza Brahman (Cundiff *et al.*, 1986; Gregory *et al.*, 1991).

El peso y la edad de las novillas, al ser sometidas a los tratamientos hormonales

de sincronización, se convierten en factores fundamentales, ya que son indicadores del momento en que estas adquieren la pubertad; es por esto que diferentes autores plantean rangos de edades de la pubertad que van desde los 12 hasta los 24 a 30 meses, y de pesos desde los 380 kg o hasta que los animales adquieran el 65% de su peso adulto, como referentes para identificar el inicio de la pubertad en las hembras de raza Brahmán (Cundiff *et al.*, 1986; Rice, 1991; Tróconiz, 1994; Badillo, 1996).

Las novillas de raza Brahman del estudio no superaron en promedio los 302 kg en el grupo de aplicación de la dosis de prostaglandina en el día ocho, y en el grupo del día seis no superaron los 317 kg; de igual forma, las novillas de raza Brahman x Angus eran en promedio las novillas más jóvenes, con 20 meses de edad, lo cual pudo ser otro factor importante para la obtención de los resultados.

De la misma manera, Bó *et al.* (2003) y Cutaia *et al.* (2003) recomiendan que los animales que se dispongan para los programas deben estar, como mínimo, en condición corporal de 2,5 a 3 en escala de 1 a 5 para obtener resultados adecuados, ya que en animales *Bos indicus* cruzados se obtienen menores resultados de preñez que en los animales *Bos taurus*, posiblemente por su temperamento, fisiología reproductiva y baja adaptabilidad al manejo e ingreso constante al

corral, lo que puede desencadenar en situaciones de estrés que resulten en la alteración del pico de LH y la ovulación.

Además, el metabolismo de la progesterona entre animales *Bos indicus* y *Bos taurus* es diferente, principalmente por la menor tasa metabólica que presentan las hembras *Bos indicus*, lo que genera mayores concentraciones de progesterona durante los protocolos IATF, situación que comprometería la liberación pulsátil de LH, el crecimiento folicular y la ovulación (Carvalho, 2004).

Anderson *et al.* (1991) y Holm *et al.* (2009) sugieren que el grado de madurez del tracto reproductivo en la hembra bovina, clasificado según el tamaño y tono de los cuernos uterinos y las estructuras presentes en los ovarios, cumple un papel fundamental en el momento de realizar protocolos de mejoramiento genético en novillas, ya que permite determinar su fertilidad con una correlación positiva entre el puntaje asignado para la determinación de la edad a la pubertad y los posibles porcentajes de preñez en programas de sincronización de celos, lo cual se convierte en un factor previo de evaluación para posteriores trabajos que se realicen en este tipo de animales.

Aun cuando el trabajo se ejecutó en épocas de sequía y con animales de origen *Bos indicus*, las altas temperaturas presentes generaron estrés calórico, lo cual con-

lleva una baja actividad reproductiva (Lamothe *et al.*, 1991; Velásquez *et al.*, 1996; Córdova *et al.*, 2010; Acebedo, 2011). Por tanto, las tasas de preñez obtenidas en la investigación no solo pudieron generarse debido a un factor específico como la concentración de progesterona presente en los dispositivos intravaginales, sino que, posiblemente, obedecen a un conjunto de factores como la raza, la edad, el peso, el grado de madurez del tracto reproductivo y la aplicación anticipada de la dosis de prostaglandina, además de la respuesta de cada novilla del programa a la sincronización, ya que pueden presentarse celos anovulatorios, ovulaciones no sincrónicas y diferencias en la amplitud de la hormona LH (Uribe y Mejía, 2011).

Conclusiones

El porcentaje de preñez general obtenido posterior al proceso de IATF en las novillas, aun cuando se encontraron diferencias significativas al aplicar la dosis de PGF2 α en el día seis del tratamiento, en comparación con la aplicación de la dosis en el día ocho o de retiro del dispositivo, demuestra que la IATF en novillas es una técnica viable en busca del mejoramiento genético del hato ganadero colombiano, además de aprovechar al máximo el momento del inicio de la pubertad.

Las novillas Brahman puras utilizadas en la investigación presentaron un menor

tamaño corporal y edad respecto a las demás, lo cual representa un retraso para adquirir la madurez sexual, lo que pudo influir, de forma directa, en los resultados obtenidos; por esta razón es necesario realizar futuras investigaciones con novillas de un mayor peso, edad, adecuada madurez del tracto reproductivo, y cruzamientos con animales *Bos taurus*, con el fin de obtener mayor precocidad. Se sugiere analizar las concentraciones plasmáticas de progesterona presentes en diferentes momentos del protocolo hormonal y realizar un seguimiento a la dinámica folicular y al diámetro del folículo dominante.

Referencias

- Acebedo, F. (2001). El medio ambiente en la salud y la producción animal. *Revista del Programa de Medicina Veterinaria UDES*, 1, 44-48.
- Alcaldía Barranca de Upia. (2013). *Plan de Ordenamiento Territorial*.
- Anderson, K. *et al.* (1991). The use of reproductive tract scoring in beef heifers. *Agriculture-Practice*, 123-128.
- Ayres, H. *et al.* (2008). Effect of timing of estradiol benzoate administration upon synchronization of ovulation in suckling nelore cows (*Bos taurus indicus*) treated with a progesterone-releasing intravaginal device. *Animal Reproduction Science*, 77-87.
- Badillo, M. (1996). Parámetros para el primer servicio de novillas Brahman en Colombia. *Revista el Cebú*, 288, 24-37.

- Ball, P. y Peters, A. (2004). *Reproduction in cattle* (3rd ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Balla, E. et al. (2005). *Efecto de dos dosis de BE en el momento de la reinserción del CIDr-B en un programa de resincronización de celos en vaquillonas*. Anales VI, Simposio Internacional de Reproducción Animal, Argentina.
- Barros, C. y Ereno, R. (2004). Recent advances in hormonal treatments used for Fixed-time Artificial Insemination (FTAI) in beef cattle. *Acta Scientiae Veterinariae*, 32, 23-34.
- Baruselli, P. et al. (2004). The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science*, 82-83.
- Bergfeld, E. et al. (1995). Frequency of luteinizing hormone pulses and circulating 17 β estradiol concentration in cows is related to concentration of progesterone in circulation when the progesterone comes from either an endogenous or exogenous source. *Animal Reproduction Science*, 37, 257-265.
- Bó, G. A. (2005). *Estrategias para incrementar la preñez en vacas en anestro*. Córdoba, Colombia: Instituto de Reproducción Animal de Córdoba (IRAC).
- Bó, G. A. y Mapletoft, R. (2000). *Control del desarrollo folicular y su aplicación en programas de superovulación de donantes de embriones*. Argentina: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba.
- Bó, G. A. et al. (2002). *Criterios en la elección en los programas IATF en los rodeos para carne. Primeras Jornadas*. Buenos Aires: Taurus.
- Bó, G. A. et al. (2003). Pattern and manipulation of follicular development in *Bos taurus indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 78(3-4), 307-326.
- BonDurant, R. (2007). Selected diseases and conditions associated with bovine conceptus loss in the first trimester. *The rriogenology*, 68(3), 461-73.
- Bridges, G. et al. (2004). Influence of duration of proestrus on circulating estradiol, the LH surge, and luteal function in cattle. *Journal of Animal Science*, 82, 102.
- Burke, C. et al. (1996). Oestradiol potentiates a prolonged progesterone-induced suppression of LH release in ovariectomised cows. *Animal Reproduction Science*, 45, 13-28.
- Callejas, S. (2004). *Control farmacológico del ciclo estral bovino: bases fisiológicas, protocolos y resultados*. Recuperado el 11 de julio de 2013 de <http://www.produccion-animal.com.ar>
- Callejas, S. (2009). *Actividad Privadal. Control del ciclo estral en vaquillona angus con un dispositivo intravaginal con progesterona administrando cipionato de estradiol al retiro y/o GnRH en la IATF*. Simposio Internacional de Reproducción Animal, Instituto de Reproducción Animal de (IRAC), Córdoba, Colombia. Córdoba.
- Carvalho, J. (2004). *Sincronización de ovulación con dispositivo intravaginal de progesterona (CIDR®) en novillas Bos taurus*

- indicus, *Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus* e *Bos taurus taurus* (tesis de doctorado inédita). Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Sao Paulo, Brasil.
- Carvalho, J. *et al.* (2008). Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos taurus indicus*, *Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*, and *Bos taurus taurus* heifers. *Theriogenology*, 69, 167-65.
- Cesaroni, G. *et al.* (2000). Preñez de vaquillonas inseminadas a tiempo fijo después de un tratamiento con CIDR asociado con GnRH o con benzoato de estradiol aplicado 0 o 24 horas postratamiento. *Revista Taurus*, 6, 20-25.
- Córdova, A. *et al.* (2010). Effect of climatic factor son bovine reproductive performance in the tropics. A review. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 11, 1.
- Cundiff, L. *et al.* (1986). *Genetic diversity among cattle breeds and use to increase beef production efficiency in a temperate environment*. 3rd World Congress on Genetics Applied to Livestock, Production, Lincoln.
- Cutaia, L. *et al.* (2003). *Efecto del momento de la aplicación de benzoato de estradiol sobre la sincronía, el tiempo de ovulación y los porcentajes de preñez en vacas tratadas con un dispositivo DIB y PGF2α*. Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba.
- Cutaia L. *et al.* (2006). *Nuevos avances en programas de sincronización de celos en vaquillonas inseminadas a tiempo fijo*. Jornadas de Actualización en Biotecnologías de la Reproducción en Bovinos, Argentina.
- Dadarwal, D. *et al.* (2013). Effect of progesterone concentration and duration of proestrus on fertility in beef cattle after fixed-time artificial insemination. *Theriogenology*, 79, 859-866.
- Espey, L. L. (1980). Ovulation as an inflammatory reaction: A hypothesis. *Biology of Reproduction*, 22, 73-106.
- Fedegán. (2006). *Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019*. Bogotá: autor.
- Ferreira, R. y Rodrigues, C. (2006). Effect of synchronizing ovulation in cattle administered a norgestomet ear implant in association with eCG and estradiol treatments on pregnancy rate after fixed-time embryo transfer. *Animal Reproduction*, 3, 370-375.
- Figueira, M. *et al.* (2010). Neither plasma progesterone concentrations nor exogenous eCG affects rates of ovulation or pregnancy in fixed-time artificial insemination (FTAI) protocols for pubertal nellore heifers. *Theriogenology*, 75, 17-23.
- González, C. (2000). Parámetros, cálculos e índices aplicados en la evaluación de la eficiencia reproductiva. *Reproducción Bovina*, 1, 203-262.
- González, F. *et al.* (1978). FSH and LH activity of PMMSG from mares at different stages of gestation. *Animal. Reproduction Science*, 1, 137-144.
- González, S. *et al.* (2007). *Efecto de Administrar media dosis de un agente luteolítico al momento de colocar y retirar un dispositivo intravaginal con 0,558 g de progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vaquillonas para cría*. VII Simposio In-

- ternacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina.
- Gregory, K. *et al.* (1991). Breed effects and heterosis in advanced generations of composite populations for puberty and scrotal traits of beef cattle. *Journal of Animal Science*, 69, 2795.
- Henricks, D. *et al.* (1974). The various effects of prostaglandin $F_2\alpha$ during various stages of estrous cycle of beef heifers. *Journal of Reproduction and Fertility*, 42, 113-120.
- Holm, D. *et al.* (2009). The value of reproductive tract scoring as a predictor of fertility and production. *Journal Animal Science*, 87, 1934-1940.
- Kohram, H. *et al.* (1998). Ovarian superstimulation after follicular wave synchronization with GnRH at two different stages of the estrous cycle in cattle. *Theriogenology*, 49, 1175-1186.
- Lamonthe, C. *et al.* (1991). Reproductive performance of zebu cattle in Mexico: sexual behavior seasonal influence on estrus cyclicity. *Theriogenology*, 36, 27-31.
- Marques, M. *et al.* (2005). Effect of PGF 2α at insertion and of ECG at removal of intravaginal progesterone releasing in pregnancy rates to fixed-time artificial insemination in Nelore Heifers. *Acta Sci Vet*, 33, supl.1, 287.
- Mcdowell, C. *et al.* (1998). Duration of treatment with progesterone and regression of persistent ovarian follicles in cattle. *Journal of Animal Science*, 76, 850-855.
- Meneghetti, M. y Miguel, J. (2008). Addition of eCG on fixed-time artificial insemination protocol in the conception rate of cycling nelore heifers. *Science Veterinaire*, 36, 638.
- Meneghetti, J. y Vasconcelos, M. (2008). Calving date, body condition score, and response to a timed artificial insemination protocol in first-calving beef cows. *Brazilian Journal Veterinary Animal Science*, 60, 786-793.
- Meneghetti, M. *et al.* (2009). Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos taurus indicus* cows I: basis for development of protocols. *Theriogenology*, 72, 179-189.
- Molina, J. (2008). *Sincronización de celos en hembras Brahman*. Segundo Congreso Internacional de Reproducción Bovina, Bogotá.
- Moreira, F. *et al.* (2000). Effect of body condition on reproductive efficiency of lactating dairy cows receiving a timed insemination. *Theriogenology*, 53, 1305-1319.
- Mussard, M. *et al.* (2003). Ovarian follicle maturity at induced ovulation influences fertility in cattle. *Annual Conference of the Society for Theriogenology*, 179, 85.
- Paschal, J. *et al.* (1991). Calving and weaning characteristics of angus-, gray Brahman-, gir-, indu-brazil-, nellore, and red Brahman-sired f1 calves. *Journal of Animal Science*, 69, 2395-2401.
- Peres, F. *et al.* (2009). Strategies to improve fertility in *Bos taurus indicus* postpubertal heifers and nonlactating cows submitted

- to fixed-time artificial insemination. *Theriogenology*, 16, 12-17.
- Pierson, R. y Ginther, O. (1998). Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. *Theriogenology*, 29, 21-37.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2012). *Fortalecimiento institucional y de política para incrementar la conservación de la biodiversidad en predios privados (PP) en Colombia*. Bogotá: PNUD.
- Randel, R. *et al.* (1998). Effect of alfaprostol on postpartum reproductive efficiency in Brahman and heifers. *Theriogenology*, 29, 657-670.
- Rice, L. (1991). Nutrition and development or replacement heifers. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*, 7, 27-37.
- Roberson, M. *et al.* (1989). Luteinizing hormone secretion and corpus luteum function in cows receiving two levels of progesterone. *Journal of Biology and Reproduction*, 41, 997-1003.
- Roelofs, J. *et al.* (2005). Various behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*, 63, 1366-1377.
- Sá Filho, M. *et al.* (2010a). Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. *Animal Reproduction Science*, 120, 23-30.
- Sá Filho, M. *et al.* (2010b). Gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet-based, timed artificial insemination protocol in suckled nelore (*Bos taurus indicus*) cows. *Theriogenology*, 73, 651-658.
- Sá Filho, M. *et al.* (2011). Induction of ovarian follicular wave emergence and ovulation in progestin-based timed artificial insemination protocols for *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 129, 132-139.
- Sartori, R. *et al.* (2010). Physiological differences and implications to reproductive management of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle in a tropical environment. *Society of Reproduction and Fertility Supplement Journal*, 67, 357-75.
- Savio, J. *et al.* (1993). Effects of induction of low plasma progesterone concentrations with a progesterone-releasing intravaginal device on follicular turnover and fertility in cattle. *Journal of Reproduction and Fertility*, 98, 77-84.
- Silvia, W. *et al.* (2004). Hormonal regulation of uterine secretion of prostaglandin f2alpha during luteolysis in ruminants. *Journal of Biology and Reproduction*, 655-663.
- Stock, A. y Fortune, J. (1993). Ovarian follicular dominance in cattle: relationship between prolonged growth of the ovulatory follicle and endocrine parameters. *Journal of Endocrinology*, 132, 1108-1114.
- Tróconiz, J. (1994). *Comportamiento reproductivo del Brahman*. Memorias Primer Simposio Internacional de Cebú. Bogotá.

- Uribe, L. y Mejía, E. (2011). Evaluación de la eficacia de dispositivos intravaginales de progesterona nuevos y de segundo uso para la utilización en inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos de doble propósito. *Revista del programa de Medicina Veterinaria UDES*, 1, 11-18.
- Velásquez, M. y Salazar, G. (1996). El celo en novillas Brahman. *Revista El Cebú*, 291, 24-30.
- Villa, N. *et al.* (2007). Evaluación de cuatro protocolos de sincronización para inseminación a tiempo fijo en vacas *Bos taurus indicus* lactantes. *Revista Científica*, 17, 5.
- Williams, S. *et al.* (2002). Comparison of three approaches for synchronization of ovulation for timed artificial insemination in *Bos taurus indicus* influenced cattle managed on the Texas Gulf Coast. *Journal of Animal Science*, 80, 1173-1178.

